

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Off nl gungsschrift  
⑪ DE 3442316 A1

⑤1 Int. Cl. 4:  
H 05 B 7/085

②1 Aktenzeichen: P 34 42 316.8  
②2 Anmeldetag: 20. 11. 84  
④3 Offenlegungstag: 22. 5. 86

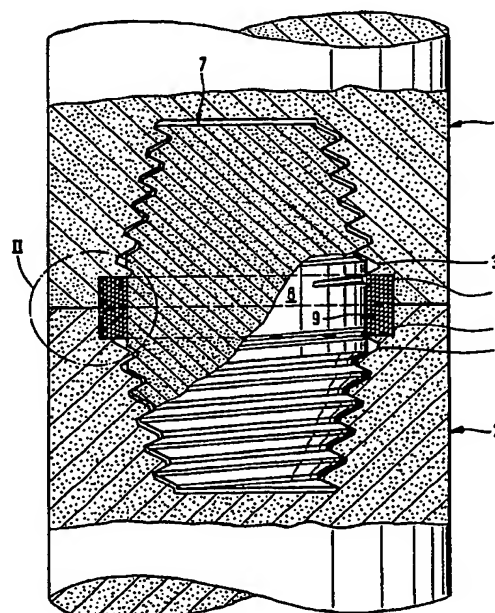
DE 3442316 A1

⑦1 Anmelder:  
Sigri GmbH, 8901 Meitingen, DE

⑦2 Erfinder:  
Wege, Erhard, Dr.rer.nat., 8901 Meitingen, DE

⑤4 Verbindung von Graphit- und Kohlenstoffelektroden

Verbindung zwischen den Abschnitten einer Graphitelektrode mit einem doppelkonischen Schraubnippel, der ein zylindrisches, gewindeloses Mittelstück hat. Zwischen Mittelstück und Schachteln ist ein ringförmiger Dehnungsspalt vorgesehen, der vorzugsweise mit einer kompressiblen Masse ausgefüllt ist. Zweck des Spalts ist die Verminderung der bei der Elektrodenverwendung entstehenden thermischen Spannungen und Biegespannungen.



Patentansprüche:

1. Verbindung zwischen den Abschnitten einer Graphit-  
oder Kohlenstoffelektrode in deren Stirnflächen mit  
5 einem Gewinde versehene Schachteln eingelassen sind  
und einem mit den Schachtelgewinden verschraubten  
doppelkonischen, einen zylindrischen Mittelteil auf-  
weisenden Schraubnippel, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß die zylindrischen Nippel- und  
10 Schachtelflächen gewindelös sind und sich unterhalb  
der Betriebstemperatur der Elektrode nicht berühren.
2. Verbindung nach Anspruch 1, dadurch g e k e n n -  
z e i c h n e t , daß der Abstand der Zylinderflächen  
15 im kalten Zustand mindestens  $(2000 R \times \alpha)$  mm beträgt.
3. Verbindung nach Anspruch 1 und 2, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß in dem Spalt zwischen  
den Zylinderflächen mit einer kompressiblen Masse  
20 ausgefüllt ist.
4. Verbindung nach Anspruch 1 bis 3, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die kompressible Masse  
in Form eines Rings zwischen wenigstens einem Teil der  
25 aneinanderstoßenden Stirnflächen der Elektrodenabschnitte  
angeordnet ist.
5. Verbindung nach Anspruch 1 bis 4, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Ring aus mehreren  
30 konzentrischen Ringen besteht.
6. Verbindung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß der Ring aus Graphit-  
folie besteht.

SIGRI ELEKTROGRAPHIT GMBH

Meitingen, den 19. NOV. 1984

### Verbindung von Graphit- und Kohlenstoffelektroden

5 Gegenstand der Erfindung ist eine Verbindung zwischen  
den Abschnitten einer Graphit- oder Kohlenstoffelektrode  
in deren Stirnflächen mit einem Gewinde versehene  
Schachteln eingelassen sind und einem mit den Schachtel-  
gewinden verschraubten doppelkonischen, einen zylind-  
rischen Mittelteil aufweisenden Schraubnippel.

10 In Lichtbogenöfen verwendete Graphit- und Kohlenstoff-  
elektroden - im folgenden Graphitelektrode genannt -  
bestehen aus mindestens zwei, üblicherweise aus drei  
oder mehr mechanisch und elektrisch untereinander ver-  
15 bundenen zylindrischen Abschnitten. Als Ersatz der vor-  
zugsweise im unteren Teil des Elektrodenstrangs auf-  
tretenden Verluste durch Verdampfen des Kohlenstoffs  
im Lichtbogen, Erosion und Oxidation wird periodisch  
ein neuer Abschnitt an den Strang angestückelt, so daß  
20 der Lichtbogenofen im wesentlichen kontinuierlich be-  
trieben werden kann. Die Stirnflächen der Elektrodenab-  
schnitte sind mit gewindetragenden Ausnehmungen ver-  
sehen, in der ein Schraubnippel derart eingezogen ist,  
daß sich die Stirnflächen der verschraubten Abschnitte  
25 berühren.

Die Schraubverbindungen sind singuläre Diskontinuitäten  
in dem Elektrodenstrang. Da beim Betrieb der Elektrode  
Nippel und Schachtel verschieden schnell erwärmt werden

- und auch die thermischen Ausdehnungskoeffizienten der beiden Verbindungsteile verschieden sind, entstehen bei jedem Temperaturwechsel in der Verbindung Spannungen, die bevorzugt Schachtelbrüche auslösen können. Zur Begrenzung der Spannungen ist vorgeschlagen worden, die Verschraubung möglichst symmetrisch auszuführen, d.h. das Gewindenspiel über die gesamte Länge der Schraubverbindung konstant zu halten (s. DE-PS 22 26 230). Schachtelbrüche lassen sich mit diesem Mittel nicht vollständig ausschließen, zumal beim Aufsetzen der Elektrode in der Verbindung zusätzlich tangentielle Spannungen entstehen. Die Spannungen sind jeweils in den ersten Gewindegängen am größten und es ist bekannt, die Spannungsspitzen durch Vergrößerung des Gewindespiels in diesem Bereich zu verringern (s. US-PS 4 375 340). Eine andere Lösung sieht schließlich vor, die Elemente der Schraubverbindung, besonders den Nippel mit spannungsentlastenden Schlitz zu versehen (s. US-PS 2 805 879).
- Die vorgeschlagenen Mittel zur Verhütung von Brüchen der Elektrode führen nicht immer zum Erfolg und da zudem ihre Anwendung die Herstellung der Verbindung zwischen den Elektrodenabschnitten erschweren kann, liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine Verbindung der eingangs genannten Art zu schaffen, die diese Nachteile nicht aufweist.

Die Aufgabe wird mit einer Verbindung der eingangs genannten Art gelöst, die einen zylindrischen Mittelteil und konische Endteile aufweist. Die zylindrischen Mittelteile von Nippel und Schachtel sind gewindelös und berühren sich unterhalb der Betriebstemperatur der Elektrode nicht.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß durch einen Dehnungsspalt im Mittelteil der Elektrodenverbindung durch die thermische Ausdehnung von Nippel und Schachtel ausgelöste Spannungen wesentlich verringert  
5 und die besonders schädlichen Spannungspitzen in der Verbindungsebene praktisch vermieden werden. Auch die durch Aufsetzen des Elektrodenstrangs in den Verbindungen erzeugten Biegemomente sind bei der beanspruchten Verbindung deutlich kleiner. Durch die geringere Be-  
10 lastung der Verbindung nimmt deren Bruchwahrscheinlichkeit ab und entsprechend wächst die Betriebssicherheit der Elektrode. Andererseits ist es bei ausreichender Festigkeit der Verbindung möglich, für Nippel und Elektrodenabschnitt Graphittypen zu verwenden, die sich  
15 mit geringem Aufwand herstellen lassen.

Zur Herstellung der Verbindung zwischen Elektrodenabschnitten sind durch die DE-PS 887 854 Nippel und entsprechend Schachteln bekannt, die ein zylindrisches  
20 Mittelstück und konische Endstücke aufweisen. Derartige Nippel sollen die Vorteile eines zylindrischen und eines doppelkonischen Nippels verbinden, d.h. einfach wie konische Nippel verschraubbar und gegen Lockerung der Verbindung gesichert sein wie zylindrische Nippel. Das  
25 Gewinde erstreckt sich entsprechend auch über das zylindrische Mittelstück, ausgenommen höchstens eine schmale Übergangszone zwischen zylindrischem und konischem Teil, die das Annipeln erleichtern soll. Diese vorbekannte Verbindung enthält zudem keinen Dehnungsspalt zwischen  
30 den zylindrischen Flächen von Nippel und Schachtel und ist entsprechend nicht geeignet, beim Betrieb der Elektrode die mechanische Belastung von Nippel und Schachtel zu verringern. Der Abstand zwischen den zylindrischen Flächen sollte im kalten Zustand mindestens  $(2000 R \times \alpha)$   
35 betragen, wenn R der Radius des Elektrodenabschnitts

in mm und  $\alpha$  der thermische Ausdehnungskoeffizient des Nippels in radialer Richtung ist. Zur Berechnung der Spaltbreite genügt der bis 100 oder 200 °C gemessene Ausdehnungskoeffizient. Der thermische Ausdehnungskoeffizient der Schachtel bzw. des Elektrodenabschnitts ist herstellungsbedingt stets kleiner als der Ausdehnungskoeffizient des Nippels. Eine Mindestspaltbreite von  $(2000 R \times \alpha)$  mm bedeutet, daß bei freier Dehnung der Spalt erst oberhalb einer Temperatur von ca. 2000 °C geschlossen wird und zwar in einem Bereich, in dem die Eigenfestigkeit des Graphits bedingt durch den Abbau von Eigenspannungen erheblich wächst.

Nach einer bevorzugten Ausführung ist der Spalt zwischen den Zylinderflächen von Nippel und Schachtel mit einer kompressiblen Masse ausgefüllt. Zweckmäßig sind insbesondere kompressible oder nachgiebige Ringe aus einem elektrisch leitenden Material. Mit derartigen Ringen wird nicht nur die Verkleinerung der leitenden Elektrodenfläche vermieden, sondern bei Verwendung eines gut leitenden Materials wird der elektrische Widerstand und entsprechend die thermische Belastung der Verbindung verringert. Vorteilhaft erstreckt sich der Ring über den Spalt hinaus zwischen die Stirnflächen der aneinander grenzenden Elektrodenabschnitte, die zu diesem Zweck mit flachen Ausnehmungen versehen sind. Der kompressible Ring besteht in dieser Ausführungsform bevorzugt aus wenigstens zwei konzentrischen Ringen verschiedener Höhe. Der in den Spalt eingelegte Ring hat die Höhe des Spalts, der in die Ausnehmung eingelegte Ring die Höhe der Ausnehmung. Die den Spalt zwischen den zylindrischen Teilen des Nippels und der Elektroden-schachteln ausfüllende Masse besteht aus einem temperaturbeständigen, den elektrischen Strom leitenden und die thermische Dehnung von Nippel und Elektrode beim Gebrauch der Elektrode wenigstens zu einem Teil aufnehmenden Material. Geeignet sind

beispielsweise poröse Kohlenstoff-, Graphit- oder Siliciumcarbid-haltige Ringe geringer Festigkeit, die unter Druckspannungen irreversibel verkürzt werden. Andere geeignete Materialien sind Faserhaufwerke aus den gleichen Stoffen oder auch Filze und Vliese. Bevorzugt bestehen die Ringe aus Graphitfolie, die in Richtung der Elektrodenachse eine große elektrische Leitfähigkeit haben. Zur Herstellung von Graphitfolien wird ein Haufwerk aus expandierten Graphitpartikeln ohne zusätzliche Binder ausgewalzt, wobei sich die Partikel miteinander verzahnen und in der Walzebene derartig ausrichten, daß die elektrische Leitfähigkeit in der Ebene mehrere hundertmal größer ist als in Richtung der Flächennormale. Die Folie wird in Streifen geschnitten, deren Breite der Höhe des zylindrischen Teils entspricht und auf einen Dorn aufgezogen, dessen Durchmesser dem Durchmesser des zylindrischen Nippelteils entspricht. Die Rohdichte der Ringe beträgt etwa  $0.5 \text{ g/cm}^3$ , die Kompressibilität bei einer Flächenpressung von  $100 \text{ N/mm}^2$  etwa 60 bis 70 % in radialer Richtung.

Die Anordnung von expandiertem Graphit zwischen den aneinanderstoßenden Stirnflächen der Elektrodenabschnitte ist durch die DE-PS 1 912 464 bekannt. Diese Verbindung enthält jedoch keinen zylindrischen gewindelosen Bereich und ist nur begrenzt geeignet, die durch die stoffliche Verschiedenheit von Elektrodenabschnitt und Nippel beim Gebrauch der Elektrode gebildeten Spannungen aufzunehmen. Die wesentliche Wirkung der vorbekannten Anordnung ist die Verringerung des Spannungsabfalls beim Übergang des elektrischen Stroms von einem Elektrodenabschnitt zum benachbarten Elektrodenabschnitt. Entsprechend geringer sind die Wärmeentwicklung und mittelbar auch die Wärmespannungen, falls der Strom bevorzugt durch die Stirnflächen der Elektrodenabschnitte fließt. Tatsächlich geht der Stromfluß im wesentlichen über den Schraubnippel. Die

vorgeschlagene Verbindung trägt der tatsächlichen elektrischen Belastung Rechnung und verhindert den Aufbau mechanischer Spannungen, die auf die unterschiedliche Dehnung von Nippel und Elektrodenabschnitten zurückzuführen sind.

5

Die Erfindung wird durch Zeichnungen beispielhaft erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 - den Schnitt durch eine Elektrodenverbindung,

10

Fig. 2 - den vergrößerten Ausschnitt II in Fig. 1,

Fig. 3 - den Schnitt durch eine Elektrodenverbindung mit einer Einlage zwischen den Stirnflächen der Elektrodenabschnitte.

15

In Fig. 1 und 2 ist eine Verbindung zwischen den Elektrodenabschnitten 1 und 2 dargestellt. Die mit Gewinde versehenen Schachteln weisen mit Gewinde versehene, konisch zulaufende Abschnitte 3, 4 und gewindelose, durch Zylinderflächen begrenzte Abschnitte 5, 6 auf. Der doppelkonische Nippel 7 besteht aus konischen, mit Gewinde versehenen Endstücken und dem zylindrischen, gewindelosen Mittelstück 8. Die parallelen im Abstand angeordneten Zylinderflächen von Nippel und Schachteln bilden einen das Mittelstück des Nippels umschließenden Ringraum, in dem ein Ring 9 aus Graphitfolie eingelegt ist. Die Folien-

20

25

In Fig. 3 ist eine andere Ausführungsform dargestellt. Ein Ring 9 aus Graphitfolie ist in den Ringraum zwischen dem Mittelstück 8 des Nippels und den zylindrischen Abschnitten 5, 6 der Schachteln eingelegt und ein Ring 10 aus dem gleichen Material ist zwischen den Stirnflächen der Elektrodenabschnitte 1, 2 angeordnet, die im Bereich des Rings vertieft sind.

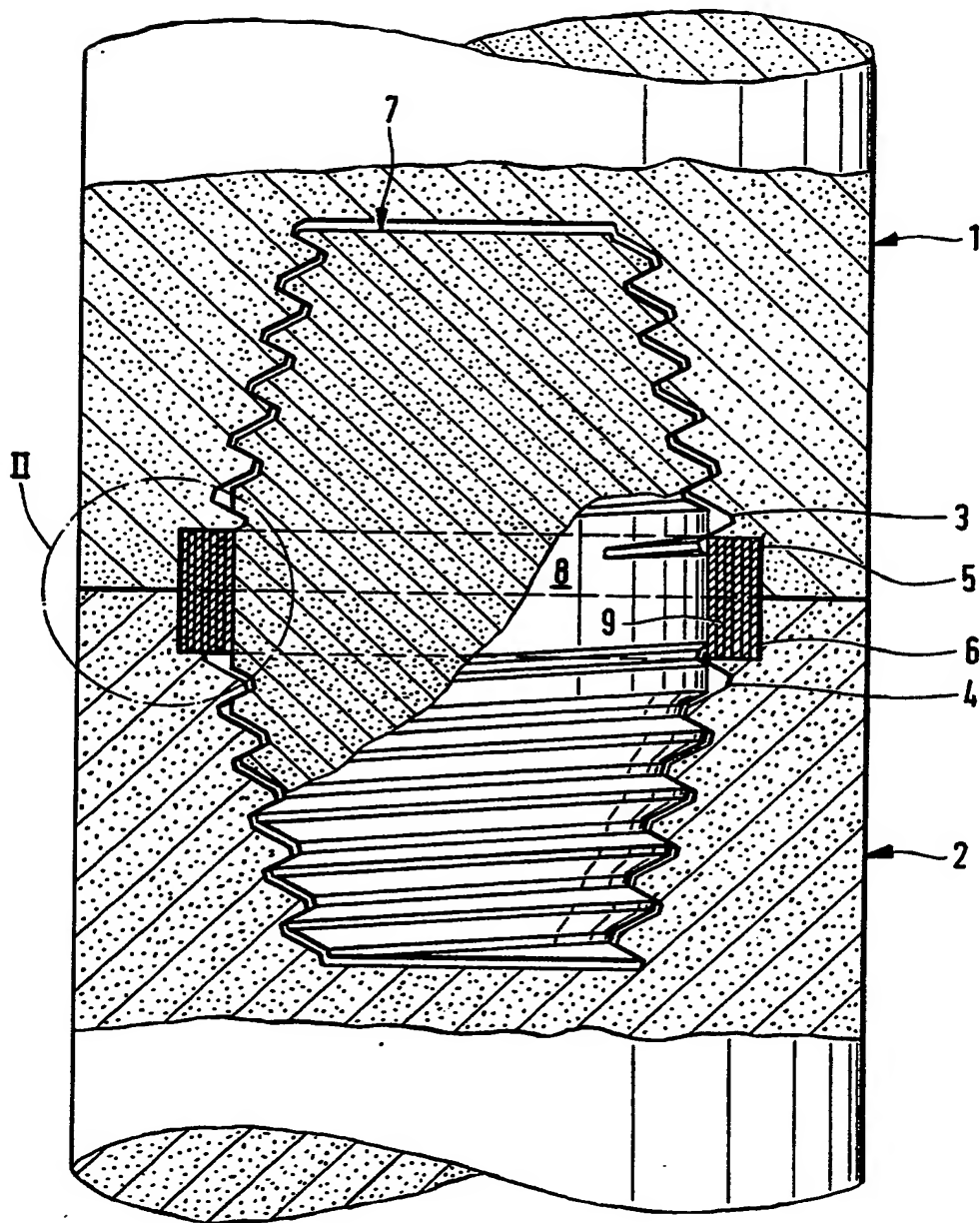
30

35

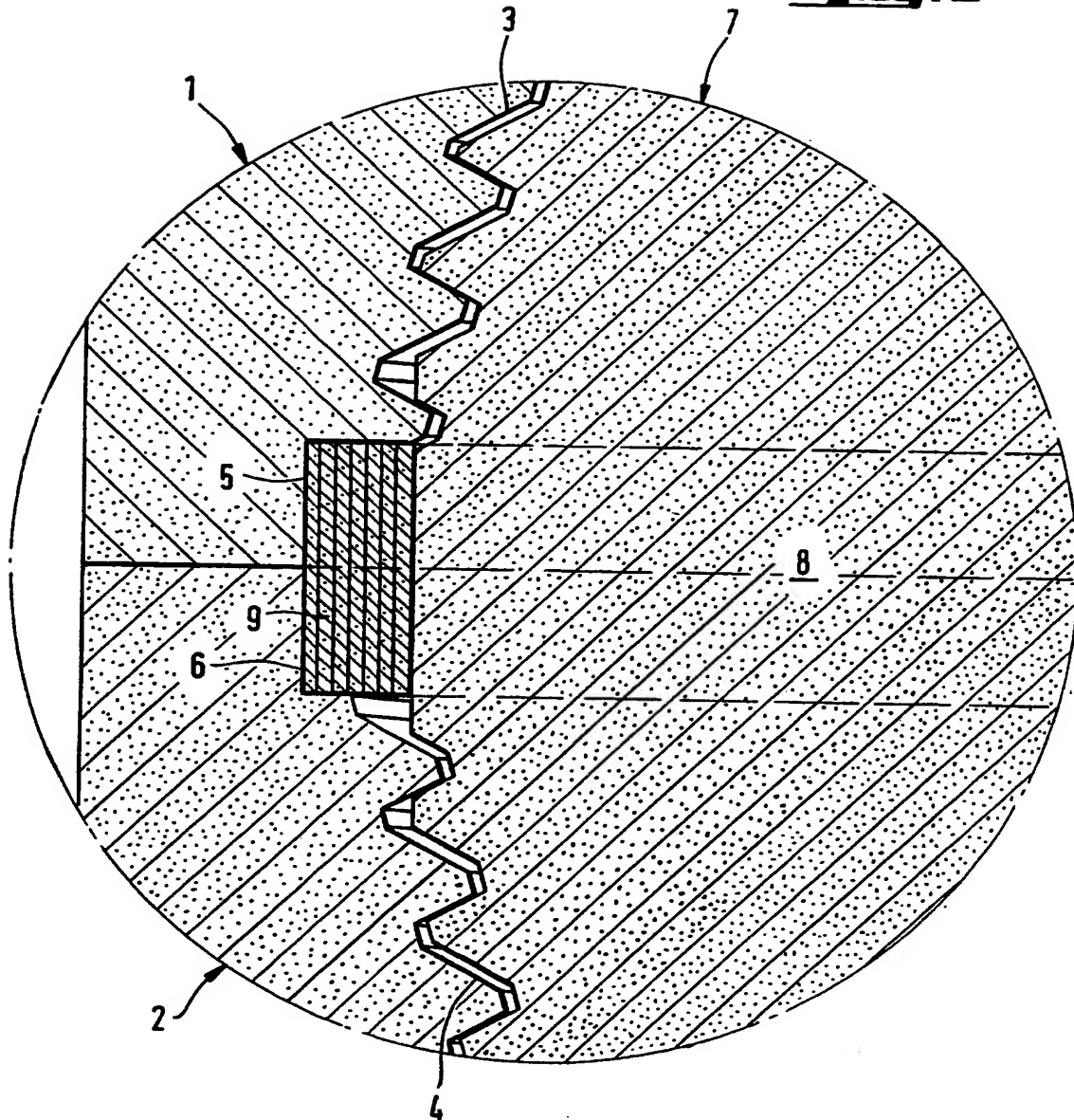




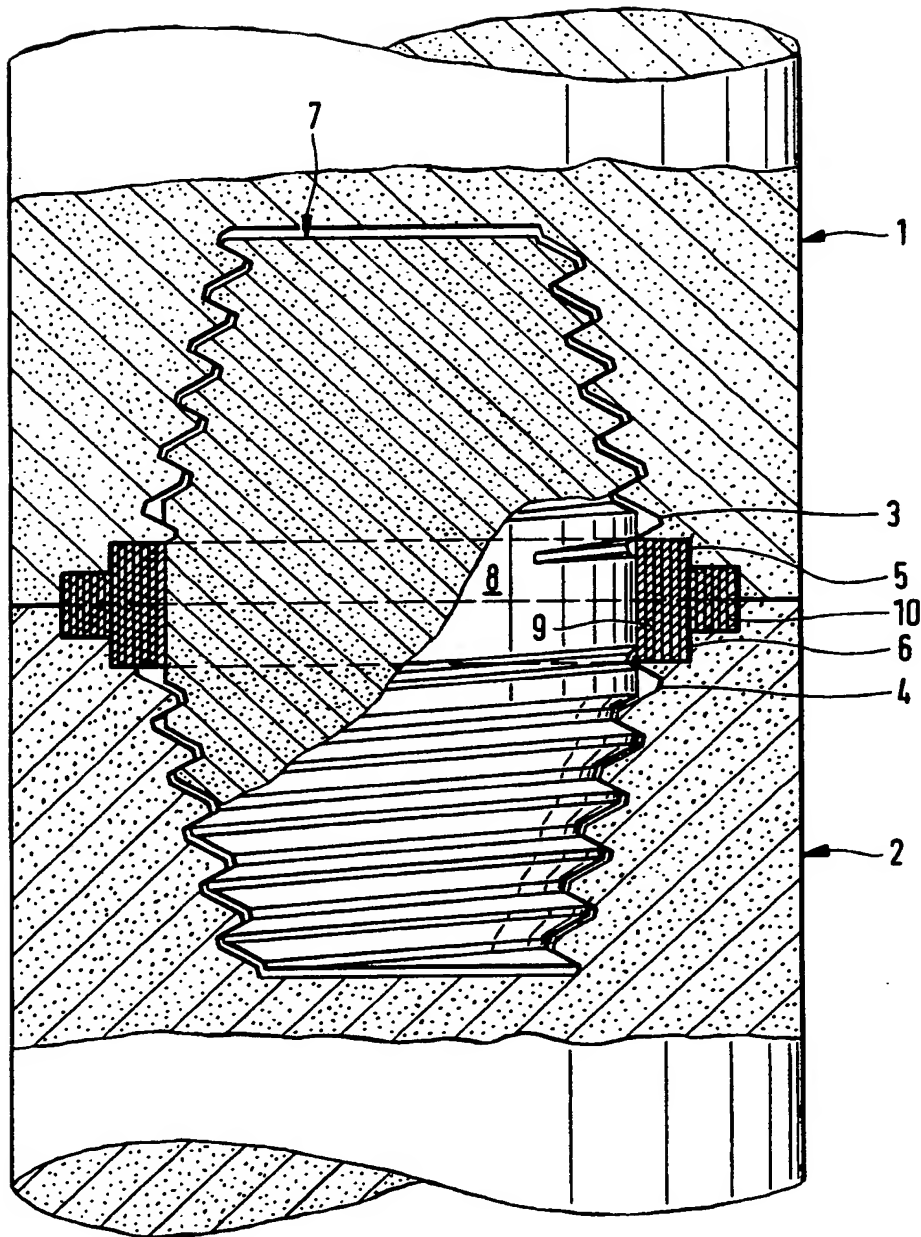
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Connection of graphite and carbon electrodes**

Patent Number: DE3442316  
Publication date: 1986-05-22  
Inventor(s): WEGE ERHARD DR RER NAT (DE)  
Applicant(s): SIGRI GMBH (DE)  
Requested Patent: DE3442316  
Application Number: DE19843442316 19841120  
Priority Number(s): DE19843442316 19841120  
IPC Classification: H05B7/085  
EC Classification: H05B7/14  
Equivalents:

**Abstract**

A connection between the sections of a graphite electrode to a double-conical screw nipple which has a cylindrical central piece without a thread. Provided between the central piece and cases is an annular expansion gap which is preferably filled with a compressible compound. The purpose of the gap is to reduce the thermal stresses and bending stresses occurring during use of

the electrode.



Data supplied from the esp@cenet database - I2

DOCKET NO: SQL 02/27

SERIAL NO: \_\_\_\_\_

APPLICANT: S. Baumann et al.

LERNER AND GREENBERG P.A.

P.O. BOX 2480

HOLLYWOOD, FLORIDA 33022

TEL. (954) 925-1100